

臺灣社會學刊，2004年12月
第33期，頁263-272

評 論

吳泉源，〈當教授遇上黑手〉

林登立

林登立 朝陽科技大學工業設計系助理教授 (tengli@cyut.edu.tw)。

Tengli Lin, Assistant Professor, Department of Industrial Design, Chaoyang University of Technology.

「當教授遇上黑手」¹影片的核心問題是塑膠射出成型的模流分析，在故事的節奏上，以介紹塑膠材料的奇異特性為序幕，在當代所有的工業技術當中，很少有像射出成型必須面對眾多且雜的加工變項，又非常依賴老師父的經驗來傳承加工技術，但這種難以言傳的技術黑箱，終究在80年代以來的電腦科技的大幅度發展與市場激烈競爭的情勢之下，漸被了解並開放出來²，或得到恰當的輔助，而作者所要建構的就是，這技術變遷過程中的跨越太平洋兩岸華人工程師與科學家的血淚故事。為了使大家對影片內容有較新鮮的記憶，茲先將影片的內容依序概述。

在二、三十年前，許多年輕人甚至小學畢業後就找工作，到模具工廠去當小學徒，開始「學師仔」的生涯，也就是開始學習「黑手」技能。片中的模具師父將黑手的學習方式稱做「耳濡目染」，「師父引進門，修行在個人」是很好的寫照，他們身上所具備的有關射出成型模具的技藝與知識，主要是長時間「從實作中學習」而得。但是不管工程師或老師父有多大的能耐，塑膠射出的過程相當地複雜，一付模具完成，還得經過多次的試模與修模，而在試誤過程帶來延宕與成本負擔，因此有打破熱塑膠在模穴內流動這一黑箱的需求，作者稱之為塑膠成型過程的「合理化」，也就是將「黑手」技術現代化。事實上，學術界和工業界對於熱溶膠在射出成型過程中的行為特徵與整個過程的流體動力學理論原則，非常地不了解，即使在工業先進國家，這種理論知識也相當匱乏，一直到1970年代末期，才漸漸地獲得改善。關鍵的因素是美國康乃爾大學的射出成型研究計畫（Cornell Injecting Molding Program, CIMP），主角是王國金教授，該計畫在學理上的研究重點在於，塑膠高

¹ 吳泉源製作，米蘭昆工作室2003年發行。

² 到底有沒有真正被解開來呢？且看後續的分析討論。

分子材料在整個射出成型過程的流變行為的掌握，在進行實際的開模與試模之前，將可能產生的各種影響塑膠成品的問題，預先在電腦上加以模擬預測，以節省修模、試模的時間與成本，這也即是所謂電腦輔助工程（Computer Aided Engineering, CAE）。

CIMP在發展了12年後，主要成員走出校園，成立了Advanced Technology公司，並推出一套原稱做C-Flow，後來改稱為C-Mold的軟體。影片中亦介紹位於美國芝加哥的AEC公司的華人關係，AEC在1980年代亦有CAE研究團隊，其主要的研發成員為來自台灣的留學生，包括徐昌煜、陳夏宗、白志彬等人。有關台灣研究模流分析的部份，首先介紹的是新竹工業技術研究院（簡稱工研院），工研院機械所透過參加CIMP的產業聯盟，也在1980年代初期開始在台灣發展本土CAE的技術。工研院化工所亦於1985年派員赴芝加哥的AEC取經，主要的任務是將CAE導入台灣塑膠成型產業。AC Technology則於1989年由徐昌煜主導，在台灣成立亞太分公司—綺城科技。透過華人所建立的技术網路，CAE就如此地從美國分進合擊地，與台灣射出成型產業界開始攜手合作。

然後本影片的真正主角出現了，張榮語—清華大學化工系教授，因為業界提出幫忙想法子節省昂貴塑料的請求，而於1984、1985年開始進入工廠，他所面對的是中小型企業與黑手師父，由於對塑膠加工的陌生，他不是進入工廠指導人家，而是帶學生先在工廠見習現場的實務操作，從零開始摸索與熟悉射出成型的奧秘，然後一步一步發展出符合本土需求的射出成型模流分析理論，再進而開發出模流分析軟體。接下來影片追究一個重要問題，即學院式的CAE技術有否可能取代黑手老師父的心法絕技？塑膠界的老手的回答是，「老師父仍必須存在，仍很寶貴，沒有不行，時代不管怎麼進步，用的工具又是如何地不同，有經驗

的老師父永遠不可或缺」。再來則介紹其他大學的投入，陳夏宗終於回到台灣，在中原大學機械系任教，並開始設立實驗室，進行電腦輔助射出成型工程的尖端探索。鏡頭接著轉到成功大學（簡稱成大）榕園，成大機械系的黃聖杰教授亦致力於CAE的研究與產學合作，他主要是在發展台灣本土的CAE技術，以便了解其中的奧妙。

本片以「當教授遇上黑手」為標題，片中有關張榮語教授的部份，是描述教授如何遇到黑手的主要情節。在台灣的大學裡頭，文理學院不說，工學院的教師所傳授與研究的，及學生所演練的，常與現實的工業界脫節，故在多年前有檢討大學的工程教育的呼聲，在此歷史脈絡下，張榮語教授涉入工業界的實際問題確實是異數。屬於不同領域及不同社會階層的教授與黑手，在一般的情況下不會碰在一起，所以當教授遇上黑手被作者跟蹤到，他非常地驚喜，一頭栽進去就是許多年。

這是支有關大學教授深入工業界去幫忙解決工業界的實務性技術問題的影片，身為社會學學者的作者試圖以實際的場境、圖像、與人物來呈現所研究的內容，而我們當如何來看待這支影片所要探討的議題及所傳達的訊息，此片的核心議題就是黑手的默會（tacit）知識的codification；整體而言，是在描述一個「技術」的集體努力；此片還在探討大學教授的研究導向與產學合作關係；另外的不尋常就是，這是作者在做完田野研究、並發表了論文之後³，所拍攝的影片，社會科學研究一般是止於論文的發表，此影片是額外的，而這額外到底有何意義呢？以下的討論將專注於這四點，而第一點的篇幅將最大。

當教授遇上黑手，必然會牽扯到技術研究的一個重要部份，即默會技巧或知識的codification，事實上，這是一個怎樣的過程呢？在有關塑

³ 吳泉源（2002）。

膠射出成型的個案裡，模具師父的默會技巧或知識真的被大學教授們 codified 了嗎？由情節的進展來看，CAE 終究漸漸成熟，亦應有效率地幫忙業界解決了一些射出成型工程上的問題，但是腦中裝載射出成型之模具設計祕訣的老師父們亦未完全消失，仍佔一席重要的地位。而到底為何 CAE 漸成熟，而老師父仍不可或缺？

模流分析電腦軟體所內含的知識或能力，到底能否完全取代傳統模具師之技巧？也即是：模流分析軟體裡頭的 codified 知識，是否包含所有的傳統模具師父腦中所具備的默會技能？模流分析這一技術介入模具製作過程後，傳統模具師是否漸走入歷史？從射出成型的歷史來看，早期的模具師得依據產品工程師所給的平面（2D）圖面製造出立體（3D）的模具，這不是件簡易的事務，故需有不同的模具相關師父的分工合作，首先得有木模師依據平面圖進行所謂的「削柴板」，也就是製作木模；然後在另一場地，依木模進行石膏模的翻製；而後將石膏模送至另一鐵工廠，進行如同複製鑰匙般的作業，即依靠石膏模進行鋼料的仿削雕刻；最後送至一般的模具廠，進行細磨、修整、及流道與模座等的加工，從事這些工作者即是所謂的「黑手」，而經驗豐富且熟練的黑手則稱之為「師父」。在這些程序中，模具師父決定及修改進澆位置、澆口數目、流道、與澆口尺寸、冷卻水道等。這些是黑手及老師父的實際工作內容，影片中有許多這些作業的片段，但未明說，非事先對塑膠射出加工有些了解者，恐難理解。

而在 CAE 技術介入模具設計與製作之後，模具師有受到挑戰嗎？據我的了解，答案為非。明顯的變化可能是，以前需要試模五、六次，現在則可能試模二、三次就可正式生產，CAE 分析只是在減少試模的次數⁴，無法教導模具師如何去設計或修改模具。我們可稱呼使用教授們所開發的 CAE 軟體者為 CAE 工程師，他們使用 CAE 軟體去模擬熱塑膠溶

液在模具內的流動，並解讀模擬後的結果，事先告知模具師其所設計的模具會出現什麼樣的缺失。但是模流分析畢竟不是模具設計，模流分析只是在實際的射出加工前，驗證模具設計的好壞或成敗，如何設計一個好模具及如何修改一個分析後有缺點的模具，不是CAE軟體使用者的事，CAE模流分析軟體無助於此。

且來接續王國金教授在片中以打高爾夫球說明CAE的談話，CAE可以依你打球的姿勢與力道，分析出球的可能落點，CAE的作用其實也僅止於此，它無法幫你事先決定或判斷姿勢與力道，CAE的效益就是幫你省下桿數，在沒分析出哪一姿勢與力道可以得到最佳落點前，不亂揮桿。CAE軟體的知識內涵不包括將球打上green的默會技能。話說CAE可以幫忙減少實際塑膠射出的試模次數，其實減少的次數可能就是在電腦上以CAE軟體模擬的次數，但是我們當知，在電腦上進行CAE模擬還是相當花時間的，在最短時間內以最少的次數完成分析模擬的作業是很要緊的事，而要能如此，唯有依靠紮實的模具設計技能。

綜合以上的討論，我們可以說，CAE無法取代傳統的模具師父的本事，除非CAE工程師不只是模流分析軟體的使用者，還懂得如何設計模具，但是如何設計模具仍是一種難以言傳的技能，非有多年的現場實務或多次的慘痛經驗，無法習得，也就是說，CAE工程師不把手弄「黑」，無法成就模具設計的技能。而在影片中，教授們似乎不只是在發展CAE軟體，還在幫忙業界解決實際的模具設計問題，他們的手必定「黑」了。中原大學陳夏宗教授試圖把有經驗的塑膠界工程師所累積的知識或技能傳統，以軟體的方式來進行傳承的工作，這樣的工作一定比

⁴ 不管是否有事先進行模流分析，模具做好之後，一定得試模，而第一次實際試模(T1)就成功，而可馬上直接上線生產是工業界最期待的事情。

設計模流分析軟體更有價值，亦較艱難，一方面需先親自參與相當之量的模具設計個案，還得蒐集相當多的成功及失敗的模具設計案例，然後以所累積的經驗與知識，從眾多的案例中歸納出模具設計的客觀化實務法則，這種工作，傳統的老師父無能為之，應用模流分析軟體的工程師沒辦法，比較起來，大學裡頭的教授最有可能勝任，但教授一定得先去接觸黑手，先去體驗黑手的工作內容。

作者做過網球拍的產業技術研究⁵，他透過台灣網球拍產業的技術實踐過程，來掌握及評論台灣工業化過程中，產業技術之發展的關鍵機制。在網球拍的個案中，技術完全是業界本身從一點一滴的試誤過程中辛苦累積出來的，我們看不到學院的支援，沒有「以科學為基礎的技術」可供應用，業界亦似乎沒向學院提出支援之需求。大概是因為這樣的緣故，作者一看到大學教授涉入模具業的實際問題的解決，驚呼不已。在一方面，產業界終於有其可運用的human skill及制度性的條件所難以解決的問題，而必須求助於學界；在另一方面，學界也有人鼓起勇氣，深入黑手的世界，去解決實際存在的工程問題。在這產學的交手過程當中，產業界似乎很滿意教授們的協助，但是影片未直接探討教授們的心得，或從中所獲得的效益，而由情節看來，教授應能感受到現實工程事物或問題的複雜性，學院裡許多「不食人間煙火」的科學理則往往不能直接派上用場，而且工程問題大部份皆有因地制宜的特殊性與差異性(idiosyncratic nature)，不先花些時間去熟悉之，無法伸展手腳，而一旦上手，常能依據科學的推論或歸納法則，某程度地將黑手的技能或知識codified，或做出些黑手技能所不及，而亦極待發展的技術。

而教授與黑手的組合，為何能在模流分析的CAE上有所成就呢？作

⁵ 吳泉源及林宗德（2000）。

者似乎認為單單張榮語教授本身的努力應是不足以成大事，他所要彰顯的是「技術」的集體努力，故而作者還挖掘王國金、王文偉、陳夏宗、黃聖杰等教授，以及工研院的投入。教授們及相關機構，不是憑空去從事塑膠射出成型相關工程問題的研究與解決，存在的歷史條件是蓬勃發展的台灣塑膠製品加工業及眾多的「模仔間」，另外應該還有一個影片及論文中未進一步介紹的因素，即眾多的代理外國公司之CAD/CAM/CAE軟體的本地公司行號，對於廣大的台灣廠商而言，真正在服務並教導他們的是代理商的工程師們，代理商長期的努力，造就出促進模具技術變遷的市場拉力。從影片及論文中我們還可以了解到，不是所有制度性因素皆想當然耳、理所當然地出現，如果張榮語教授跟大多數的工程科系教授一樣，只關注「學術性問題」，那整個台灣之模流分析軟體技術的發展將呈現另一面貌。

最後且讓我們來討論，這額外的影片的意義，說到影片，就讓我想到林崇熙公開發表其拼裝車之論文時所展現的眾多照片，讓聽者不但是聽者，還可以是觀者，透過照片裡的人、境、物，我們較容易理解他所談的拼裝車故事為何；另外在讀Henry Petroski的*The Evolution of Useful Things*一書時，因為書中所提供的圖片相當地少，常讓人不知他在談什麼。基本上，一般人看過的拼裝車不多，Petroski所談及的許多器物大部份人皆沒見過，而模具及射出成型工廠的作業情況，非工業界人士難以想像，就輔助論文之閱讀而言，動態的影片的效果還更大。當然，一個小時長的影片本身就是一篇完整且獨立的論文，而這才是作者的真正意圖，他要以真人、真事、真物、真場景來營造更具說服力及臨場感的技術史篇。坊間的歷史紀錄片何其多，應不會有人來質問為何要拍這樣的一支非常有意義的影片，但是為何社會學者要親自操刀去製作？親自去當臨場的若隱若現的訪問者？問題是，作者已痴情於他多年來所浸淫

的「教授遇上黑手」的技術史故事，他怕假手他人時，拍不出他要的感覺及情節。試想，影片中的訪問，不由原來的研究者來進行時，影片中的訪問者與被訪問者之間，如何可能有那麼中肯與貼切的提問與應答？親自操刀應是不得已，代價是額外的奔波忙碌。但是話說回來，拍影片等於重回田野，作者在拍片的過程中，一定又對這技術史多了一些認識，「當教授遇上黑手」絕對是一個非常值得深究的技術史研究課題，其研究價值不亞於拼裝車，如同林崇熙之拼裝車的又一章，我們期待作者能再以另一角度來詮釋之。

參考書目

- 吳泉源，2002，〈從黑手到電腦輔助工程：社會階層、專業意識型態、與技術典範的轉移〉。頁35-60，收錄於王玉豐等編，《科技、醫療與社會學術研討會論文集》。高雄：國立科學工藝博物館。
- 吳泉源、林宗德，2000，〈從網球拍到半導體：台灣產業技術特質的探討〉。頁50-100，收錄於曾淑琪編，《台灣產業技術發展史研究學術研討會論文集》。高雄：國立科學工藝博物館。